

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-049875

(43)Date of publication of application : 18.02.1997

(51)Int.Cl.

G01S 13/60

B60R 21/00

G01S 13/34

G01S 13/93

(21)Application number : 07-199609

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 04.08.1995

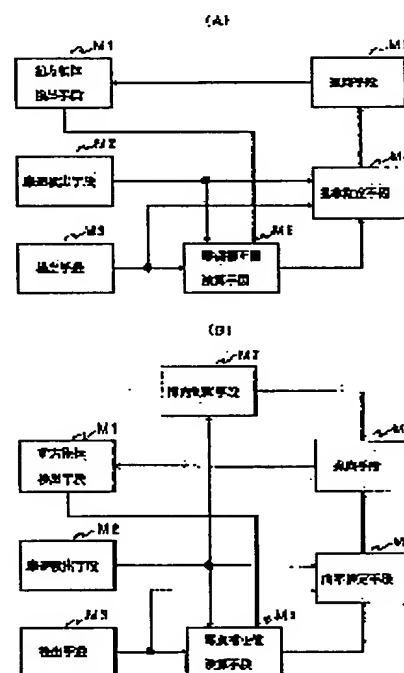
(72)Inventor : TAKAGI MAKOTO

(54) VEHICLE FRONT OBJECT DETECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately and rapidly detect the stop state of a vehicle and to rapidly perform the zero point correction of a yaw rate or lateral acceleration.

SOLUTION: A detection means M3 detects the yaw rate or lateral acceleration of a vehicle and a curvature estimation means M4 estimates the curvature of a running road on the basis of the yaw rate or lateral acceleration and a vehicle speed. A steering means M5 steers the detection direction of a front object detection means corresponding to the curvature. A zero point correction value operation means M6 calculates the zero point correction value for correcting the detection value on the basis of the detection value of the yaw rate or lateral acceleration detected by the detection means M3 when the relative speed obtained by the front matter detection means M1 is zero, and the vehicle speed obtained by the detection means M2 is zero.



* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A forward object detecting means which detects relative velocity with an object object of a vehicle front, and an object object.

A speed detecting means which detects the vehicle speed.

A detection means to detect a yaw rate or lateral acceleration of vehicles.

The above-mentioned yaw rate or lateral acceleration.

A curvature estimation means which presumes curvature of a road under run based on the vehicle speed, and a steering means to make it steer a detecting direction of the above-mentioned forward object detecting means according to the above-mentioned curvature.

Relative velocity which is the vehicle front object sensing device provided with the above, and was obtained by the above-mentioned forward object detecting means by zero. And when the vehicle speed obtained by a speed detecting means is zero, it has a zero-point-correction value calculating means which calculates a zero-point-correction value for amending the above-mentioned detection value based on a yaw rate or a detection value of lateral acceleration detected by the above-mentioned sensor.

[Claim 2]A vehicle front object sensing device having a steering control means to make airraid relative velocity detect by making a detecting direction of said forward object detecting means into a ground surface or the direction of a road side when the vehicle speed detected by said speed detecting means is zero in the vehicle front object sensing device according to claim 1.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the device which detects the object which exists ahead of vehicles about a vehicle front object sensing device.

[0002]

[Description of the Prior Art]Conventionally, reduction of a driver's operation and various kinds of devices aiming at the improvement in safety are developed, it is carried in vehicles, and there is a radar installation which detects the relative distance and relative velocity to peripheral objects, such as a preceded vehicle and a road-side object, as one of such the devices. The thing using electric waves, such as a millimeter wave, as a radar installation or the thing using a laser beam is proposed.

[0003]For example, it is made to change the deflecting angle of the direction of beam irradiation of the radar installation which detects the object object of a vehicle front with a steer device into JP,7-49380,A, The curvature of the road under run is computed using the steering angle and yaw rate of vehicles, and variable control of the above-mentioned deflecting angle is carried out based on the time variation of curvature.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]By change of ambient air temperature or power supply voltage, the steering angle sensor and yaw rate sensor which are used in order to compute curvature with a device conventionally produce a zero drift, and need to perform zero point correction of a sensor.

[0005]For example, JP,62-261575,A has a device of a statement to perform zero point correction of a yaw rate sensor. This detected yaw rate compensator judges whether it is the low vehicle speed based on the detection pulse of the speed sensor within predetermined time, and the yaw rate at the time of the low vehicle speed is performing zero point correction based on the output average of the yaw rate sensor at the time of the low vehicle speed noting that it is zero.

[0006]However, in order to perform the judgment of the low vehicle speed with sufficient

accuracy, said predetermined time had to be enlarged enough and there was a problem that zero point correction took time. When it was made in view of the above-mentioned point and the vehicle speed adds the conditions of zero in relative velocity with an object object to the conditions of zero, this invention, It can detect that vehicles are halt conditions often [accuracy] and promptly, and aims at providing the vehicle front object sensing device which can perform promptly zero point correction of a yaw rate or lateral acceleration.

[0007]

[Means for Solving the Problem]The forward object detecting means M1 which detects relative velocity with an object object of a vehicle front, and an object object as the invention according to claim 1 is shown in drawing 1 (A), The speed detecting means M2 which detects the vehicle speed, and a detection means M3 to detect a yaw rate or lateral acceleration of vehicles, The curvature estimation means M4 which presumes curvature of a road under run based on the above-mentioned yaw rate or lateral acceleration, and the vehicle speed, In a vehicle front object sensing device which has a steering means M5 to make it steer a detecting direction of the above-mentioned forward object detecting means according to the above-mentioned curvature, relative velocity obtained by the above-mentioned forward object detecting means by zero. And when the vehicle speed obtained by a speed detecting means is zero, it has the zero-point-correction value calculating means M6 which calculates a zero-point-correction value for amending the above-mentioned detection value based on a yaw rate or a detection value of lateral acceleration detected by the above-mentioned sensor.

[0008]The invention according to claim 2 has a steering control means M7 to make airraid relative velocity detect by making a detecting direction of said forward object detecting means into a ground surface or the direction of a road side, when the vehicle speed detected by said speed detecting means is zero in the vehicle front object sensing device according to claim 1, as shown in drawing 1 (B).

[0009]When relative velocity with an object object is zero and the vehicle speed is zero in an invention of claim 1, in order to judge with a self-vehicle being a stop state and to calculate a zero-point-correction value, since probability which a self-vehicle has stopped is high if relative velocity obtained in real time is zero -- time of vehicle speed detection -- **** -- even if brief, it can detect with sufficient accuracy that it is a stop state, and zero point correction of a detection value can be performed promptly.

[0010]in an invention of claim 2 -- time of vehicle speed detection -- **** -- since airraid relative velocity can be detected by steering a forward object detecting means when it is made brief and vehicle speed zero are detected, a stop state is detectable from this relative velocity with sufficient accuracy.

[0011]

[Embodiment of the Invention]Drawing 2 shows the block diagram of one example of this invention device. As for ten, a steering angle sensor and 12 are speed sensors a yaw rate

sensor and 11 among the figure. The yaw rate sensor 10 as the detection means M3 detects the yaw rate of vehicles using angular velocity sensors, such as a piezo gyroscope, and supplies yaw rate detecting-signal ω_y to ECU(electronic control) 15 for radars.

The steering angle sensor 12 detects the steering angle of a front wheel, and supplies steering angle detecting-signal θ_H to ECU15 for radars. The speed sensor 12 as the speed detecting means M2 supplies the vehicle speed detection pulse of the cycle according to the vehicle speed V to ECU15 for radars.

[0012]ECU15 for radars filters a yaw rate, asks for the curvature of the curve under present run from the yaw rate and the vehicle speed which were filtered, presumes the curvature of a future curve from this curvature, and computes beam steer angle θ_S as a deflecting angle of a radar beam from presumed curvature. And this beam steer angle θ_S is supplied to the steer controller 16.

[0013]The real steer angle supplied from the steer mechanism 17 the steer controller 16, The steer mechanism 17 is controlled in agreement with beam steer angle θ_S supplied from ECU15 for radars, and the horizontal deflecting angle of the radar beam with which the radar sensor 19 irradiates with the steer mechanism 17 steers (steer).

[0014]The radar sensor 19 as the forward object detecting means M1 is a laser radar device of a FM-CW (frequency modulation continuous wave) mold, A vehicle front is irradiated with a laser beam, the laser beam reflected with the object object is received, the relative distance R and the relative velocity V_r with an object object are measured in real time, and ECU15 for radars is supplied. The radar sensor 19 will not be restricted to a FM-CW type, if R and V_r are detectable.

[0015]The relative distance R detected with the radar sensor 19 and the relative velocity V_r are supplied to environment recognition speed control ECU21 from ECU15 for radars with the vehicle speed V , yaw rate ω_y , and steering angle θ_H . ECU21 carries out the control drive of alarm 22, brake 23, and throttle 24 each, in order for these information to perform environment recognition and to perform speed control according to the recognized running environment.

[0016]Drawing 3 shows the flow chart of the 1st example of the zero learning processing as the zero-point-correction value calculating means M6 which ECU15 for radars performs. This processing is performed for every predetermined time. At Step S10, it is distinguished among the figure whether the relative velocity V_r measured with the radar sensor 19 is zero. And in the case of $V_r=0$, it progresses to Step S12, and predetermined value t_1 is set up between $[\tau]$ patent periods, in the case of $V_r \neq 0$, it progresses to Step S14, and it sets up predetermined value t_2 between $[\tau]$ patent periods.

[0017]Here, predetermined value t_1 and t_2 have a relation of $t_1 < t_2$, and t_2 is equivalent to 1 or less second. Even if the detecting accuracy of the relative velocity V_r of the radar sensor

19 is high and it is performing flattery operation to the preceded vehicle, the relative velocity V_r with a preceded vehicle will be changed slightly, and most things for which this serves as zero cannot be found. For this reason, the probability of zero of the self-vehicle and the preceded vehicle having stopped, or the self-vehicle having stopped, and having regarded a certain anchorage as an object object is [both] very high in the relative velocity V_r . For this reason, even if between [τ] patent periods is brief, distinction of a self-vehicle is attained [that they are a stop state or a **** low speed state near a stop, and].

[0018]When the relative velocity V_r is not zero, since the probability the self-vehicle is running conversely is high, if between [τ] patent periods is not a to some extent big value, a self-vehicle cannot distinguish that they are a halt condition or a **** low speed state near a stop from the above. It is distinguished whether it progresses to Step S16 the above-mentioned step S12 or after S14, and a vehicle speed detection pulse carries out ingress from the speed sensor 12 within between [τ] patent periods. If a vehicle speed detection pulse does not act as Irikita within τ , it checks that a self-vehicle is a halt condition or a **** low speed state near a stop, and progresses to Step S18, and yaw rate detecting-signal ω_y of the yaw rate sensor 10 is read, zero-point-correction study is performed, and it progresses to Step S20. At this step S18, the difference of yaw rate detection value ω_y only for a predetermined sampling frequency and the last yaw rate zero-point-correction value ω_0 is equalized, ω_0 is learned by adding the average value of this difference to the last yaw rate zero-point-correction value ω_0 , and considering it as new yaw rate zero-point-correction value ω_0 .

[0019]If a vehicle speed detection pulse carries out ingress within between [τ] patent periods at Step S16, a self-vehicle will bypass Step S18 of zero-point-correction study, and will follow it to Step S20 noting that it is not a halt condition or a low speed state. At Step S20, the vehicle speed V for which it asked from the vehicle speed detection pulse of the speed sensor 12 is beyond a predetermined value, the yaw rate amended by adding yaw rate zero-point-correction value ω_0 to yaw rate detection value ω_y is abbreviated zero, or [that is,] it is distinguished whether in rectilinear propagation, a self-vehicle is running.

[0020]If it is [rectilinear-propagation] under run here, the difference of detected steering angle value θ_H only for a predetermined sampling frequency and the last steering angle zero-point-correction value θ_0 will be equalized at Step S22, By adding the average value of this difference to the last steering angle zero-point-correction value θ_0 , and considering it as new steering angle zero-point-correction value θ_0 , θ_0 is learned and processing is ended. When it is not [rectilinear-propagation] under run at Step S20, Step S22 of zero-point-correction study is bypassed, and processing is ended.

[0021]Let yaw rate zero-point-correction value ω_0 and each steering angle zero-point-

correction value θ_0 be zero before performing this processing first. When a steering angle is unnecessary at following processing, it is not necessary to perform the above-mentioned step S20 and S22. Thus, when relative velocity with an object object is zero and the vehicle speed is zero, in order to judge with a self-vehicle being a stop state and to calculate yaw rate zero-point-correction value ω_0 , since the probability which the self-vehicle has stopped is high if the relative velocity obtained in real time is zero -- the time of vehicle speed detection -- **** -- even if brief, it can detect with sufficient accuracy that it is a stop state, and zero study of a yaw rate can be performed promptly.

[0022]Drawing 4 shows the flow chart of the 2nd example of the zero learning processing as the zero-point-correction value calculating means M3 which ECU15 for radars performs. This processing is performed for every predetermined time. At Step S30, it is distinguished among the figure whether the vehicle speed detection pulse from the speed sensor 12 was supervised, and the vehicle speed detection pulse acted as Irikita within between [τ] patent periods at Step S32. It is set as predetermined value t_1 between [τ] patent periods here, and it is a halt condition or a **** low speed state near a stop that a vehicle speed detection pulse does not act as Irikita within the period τ , and it follows it to Step S34 in this case.

[0023]A command is taken out with Step S34 as the steering control means M7 to the steer controller 16, the radar sensor 19 is turned to the ground surface of a vehicles lower part, and a steer is carried out. Next, the relative distance R to a ground surface and the relative velocity Vr are measured with the radar sensor 19 at Step S36, and it is distinguished at Step S38 whether the relative velocity Vr with a ground surface is 0.

[0024]When it is 0, the relative velocity Vr, i.e., the vehicle speed, with a ground surface, it progresses to Step S40, and yaw rate detecting-signal ω_y of the yaw rate sensor 10 is read, zero-point-correction study is performed, and it progresses to Step S42. At this step S40, the difference of yaw rate detection value ω_y only for a predetermined sampling frequency and the last yaw rate zero-point-correction value ω_0 is equalized, ω_0 is learned by adding the average value of this difference to the last yaw rate zero-point-correction value ω_0 , and considering it as new yaw rate zero-point-correction value ω_0 .

[0025]When the relative velocity Vr with a ground surface is not 0, Step S40 of zero-point-correction study is bypassed, and it progresses to Step S42. Since the vehicle speed will not be 0 if a vehicle speed detection pulse carries out ingress within between [τ] patent periods at Step S32, it progresses to Step S42 as it is.

[0026]At Step S42, the vehicle speed V for which it asked from the vehicle speed detection pulse of the speed sensor 12 is beyond a predetermined value, the yaw rate amended by adding yaw rate zero-point-correction value ω_0 to yaw rate detection value ω_y is

abbreviated zero, or [that is,] it is distinguished whether in rectilinear propagation, a self-vehicle is running.

[0027]If it is [rectilinear-propagation] under run here, the difference of detected steering angle value θ_H only for a predetermined sampling frequency and the last steering angle zero-point-correction value θ_0 will be equalized at Step S44, By adding the average value of this difference to the last steering angle zero-point-correction value θ_0 , and considering it as new steering angle zero-point-correction value θ_0 , θ_0 is learned and processing is ended. When it is not [rectilinear-propagation] under run at Step S42, Step S44 of zero-point-correction study is bypassed, and processing is ended.

[0028]Although the radar sensor 19 is turned to a ground surface and the steer is carried out by Step S34 in the above-mentioned example, a steer is carried out in the direction of a road side, and it may be made to detect the relative velocity of a road-side object. thus, the time of vehicle speed detection -- **** -- since airraid relative velocity can be detected by carrying out the steer of the radar sensor 19 when it is made brief and vehicle speed zero are detected, a stop state is detectable from this relative velocity with sufficient accuracy.

[0029]Drawing 5 shows the flow chart of deviation processing as the curvature estimation means M4 which ECU11 performs, and the steering means M5. Repeat execution of this processing is carried out with a predetermined time interval. Among the figure, at Step S50, the yaw rate detecting signal from the yaw rate sensor 10 is incorporated, and the yaw rate YAW which added and carried out zero point correction of the yaw rate zero-point-correction value ω_0 to this yaw rate detection value ω_y is obtained. The vehicle speed detection pulse from the speed sensor 12 is incorporated, it asks for the vehicle speed V and the relative distance R from the radar sensor 19 is incorporated. However, when object objects, such as a preceded vehicle, do not exist, let this relative distance R be predetermined values which are the maximum ranges of the radar sensor 19, such as 100 m.

[0030]Next, about the yaw rate YAW of the present and the past which were serially incorporated at Step S52. A cut off frequency performs, the low-pass filter processing of a low cut off frequency, i.e., the integration treatment, which are for example, 0.125 Hz grades, removes the high frequency component contained in the yaw rate YAW, and obtains the yaw rate YAWA. However, the yaw rate YAW before low-pass filter processing is saved. Then, curvature P_{Li} of the present curve is computed by a formula (1a) using the yaw rate YAWA and vehicle speed SPD which removed the high frequency component at Step S52.

[0031]

$$R_{Li} = \text{SPD} / \text{YAWA} \dots (1a)$$

Next, a cut off frequency performs low-pass filter processing of a high cut off frequency which is about 1 Hz about the yaw rate YAW of the present and the past which were saved

without processing Step S52 at Step S56, The high frequency component contained in the yaw rate YAW is removed, and the yaw rate YAWB is obtained. Then, curvature P_{Hi} of the present curve is computed by a formula (1b) using the yaw rate YAWB and vehicle speed SPD which removed the high frequency component at Step S58.

[0032]

$$R_{Hi} = \text{SPD} / \text{YAWB} \dots (1b)$$

Next, it progresses to Step S60 and a curvature variation flag distinguishes by one whether it is under [run] ***** for the curvature variation section. This distinction is mentioned later. When it is not the curvature variation section here, it progresses to Step S62, and deflecting angle thetas is computed by (2) types.

[0033]

$\text{thetas} = \sin^{-1} (R/2, \text{ and } R_{Li}) \dots$ When it is distinguished at the (2) step S60 that it is the curvature variation section, it progresses to Step S64, The prediction curvature Pf of a future curve is computed by (3) types based on the rate of change of curvature to curvature P_{Hi} of the present curve.

[0034]

$\text{Pf} = K(P_{Hi} - P_{Hi-1}) + P_{Hi} \dots (3)$ however the curvature of a curve [in / in P_{Hi-1} / last time], and K are the numbers of presumed gains (constant). Deflecting angle thetas is computed by (4) types at Step S66 after this.

$\text{thetas} = \sin^{-1} (R/2, \text{ and } \text{Pf}) \dots (4)$ drawing 6 shows the flow chart of curvature variation section discrimination processing. At Step S70, yaw rate deviation deltaYAW is computed among the figure by subtracting the yaw rate YAWB obtained from the yaw rate YAWA obtained by low-pass filter processing of the low cut off frequency by low-pass filter processing of the high cut off frequency.

[0035]Next, it is distinguished at Step S72 whether the absolute value of yaw rate deviation deltaYAW is larger than the predetermined value T (T is 0.5 deg/sec). Here, in $|\text{deltaYAW}| > T$, a curvature variation section flag is considered as one at Step S74, and in $|\text{deltaYAW}| \leq T$, processing is ended, using a curvature variation section flag as off at Step S76.

[0036]The regular curvature section C is reached through the curvature variation section B here from the rectilinear sections A, Then, the yaw rate YAWB which performed low-pass filter processing of the high cut off frequency has a delay small when running the road which reaches the rectilinear sections E through the curvature variation section D from the yaw rate YAW, including a high frequency component mostly. On the other hand, the yaw rate YAWA which performed low-pass filter processing of the low cut off frequency is removed in most high frequency components, and its delay from the yaw rate YAW is large.

[0037]In processing of drawing 5, in order to compute deflecting angle thetas using the yaw

rate YAWA removed in most high frequency components in the rectilinear sections A and E and the regular curvature sections C other than the curvature variation sections B and D, it is not influenced by correction steering, but there is no error in deflecting angle thetas of the direction of beam irradiation, and it is stabilized.

[0038]In the curvature variation sections B and D, if the yaw rate YAWA is used, in order for delay to be in the response of deflecting angle thetas to the curvature variation of a curve greatly, although the high frequency component is included, deflecting angle thetas is computed using the small yaw rate YAWB of delay, and the response of deflecting angle thetas is made high.

[0039]Although the curvature of a curve is computed from the yaw rate in the above-mentioned example, the steering angle theta may be detected instead of a yaw rate, and the curvature P of a curve may be computed by (5) types using this steering angle theta.

$P = (1 + A \times SPD^2) \times L \times kg \times \theta$... As for (5), however A, handle gear ratio (constant) and L of a stability factor (constant) and kg are wheel bases (constant). Lateral acceleration may be detected, the curvature of a curve may be computed using this, and it is not limited to the above-mentioned example. Also in this case, the same processing as the yaw rate of this example is performed to the steering angle theta or lateral acceleration.

[0040]

[Effect of the Invention]According to the invention of claim 1, relative velocity with an object object like **** by zero. And when the vehicle speed is zero, in order to judge with a self-vehicle being a stop state and to calculate a zero-point-correction value, since the probability which the self-vehicle has stopped is high if the relative velocity obtained in real time is zero -- the time of vehicle speed detection -- **** -- even if brief, it can detect with sufficient accuracy that it is a stop state, and zero point correction of a detection value can be performed promptly.

[0041]moreover -- in the invention of claim 2 -- the time of vehicle speed detection -- **** -- since airraid relative velocity can be detected by steering a forward object detecting means when it is made brief and vehicle speed zero are detected, a stop state can be detected with sufficient accuracy from this relative velocity, and it is very useful practically.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a principle figure of this invention.

[Drawing 2]It is a block diagram of this invention device.

[Drawing 3]It is a flow chart of zero learning processing.

[Drawing 4]It is a flow chart of zero learning processing.

[Drawing 5]It is a flow chart of deviation processing.

[Drawing 6]It is a flow chart of curvature variation section discrimination processing.

[Description of Notations]

10 Yaw rate sensor

11 Steering angle sensor

12 Speed sensor

15 ECU for radars

16 Steer controller

17 Steer mechanism

19 Radar sensor

21 ECC

22 Alarm

23 Brake

24 Throttle

M1 Forward object detecting means

M2 Speed detecting means

M3 Detection means

M4 Curvature estimation means

M5 Steering means

M6 Zero-point-correction value calculating means

M7 Steering control means

[Translation done.]

* NOTICES *

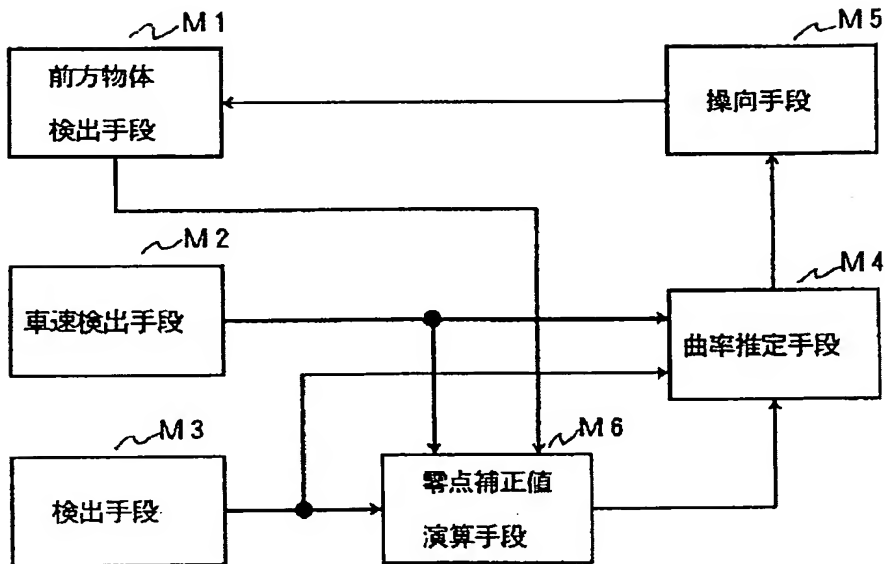
JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

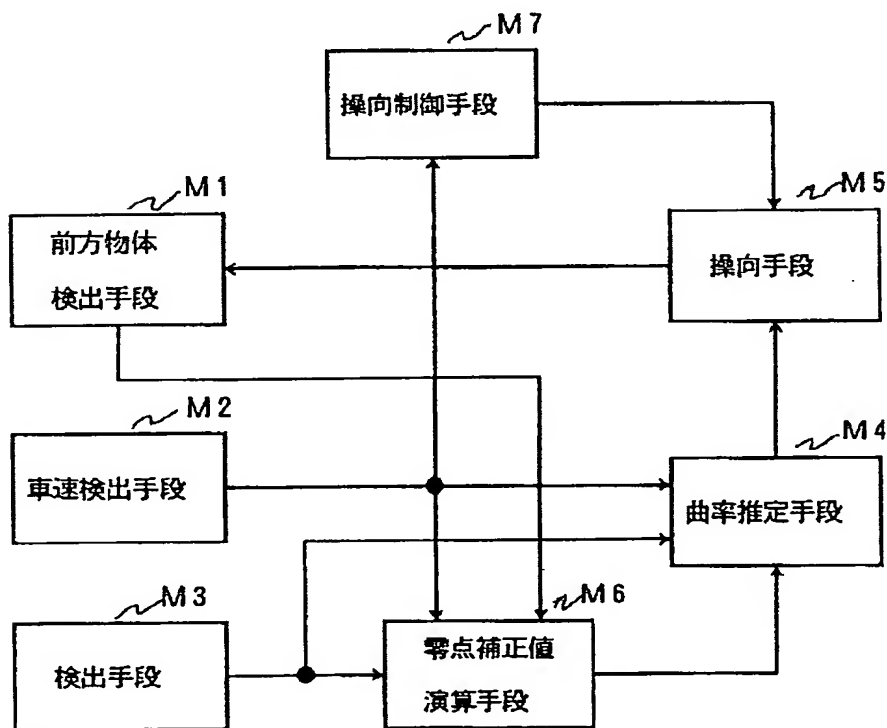
DRAWINGS

[Drawing 1]

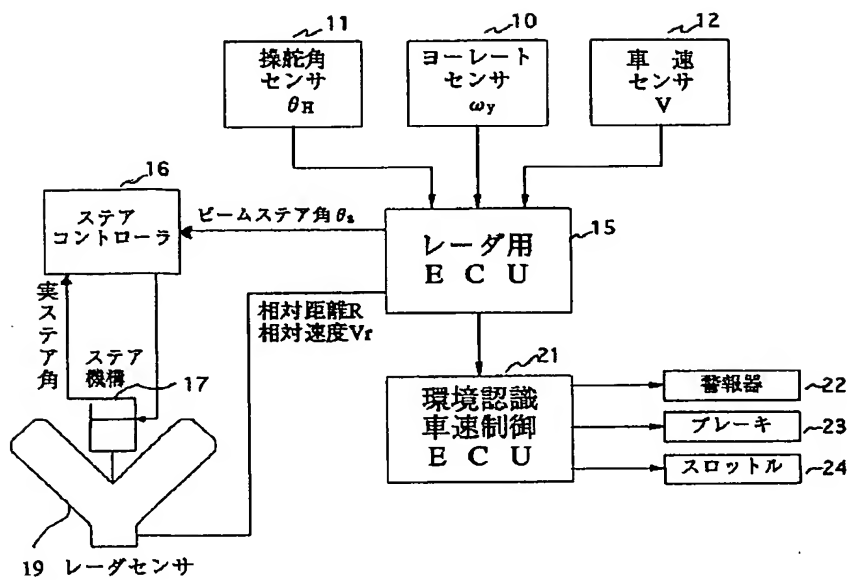
(A)



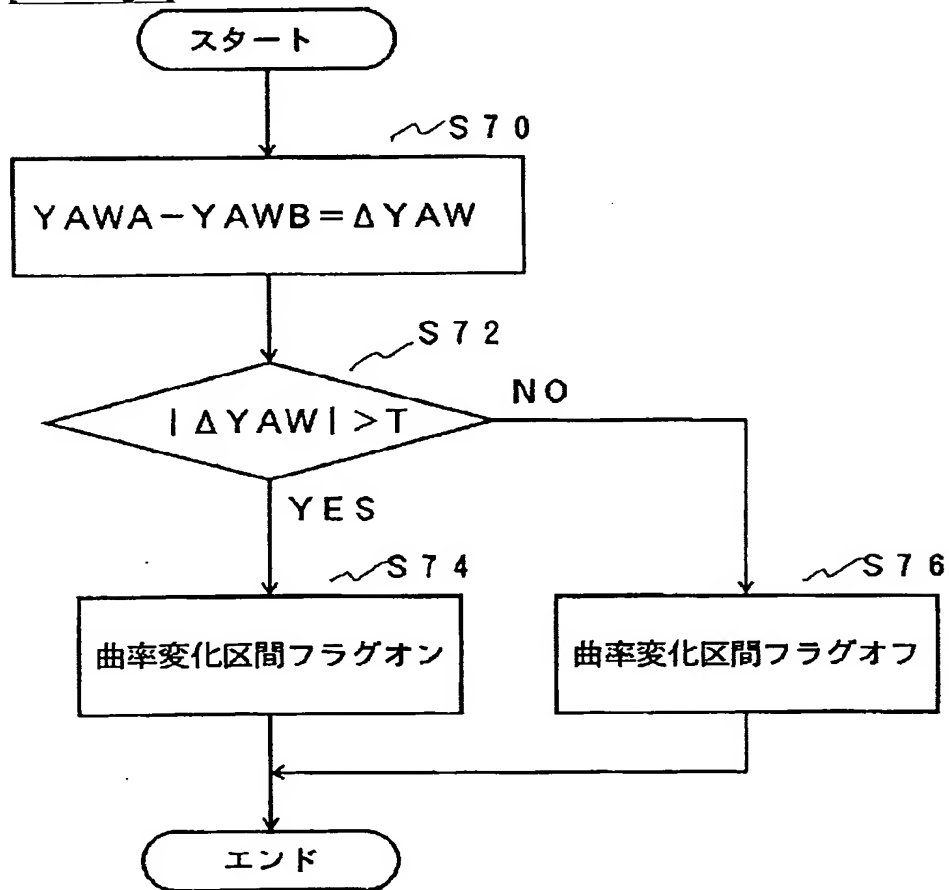
(B)



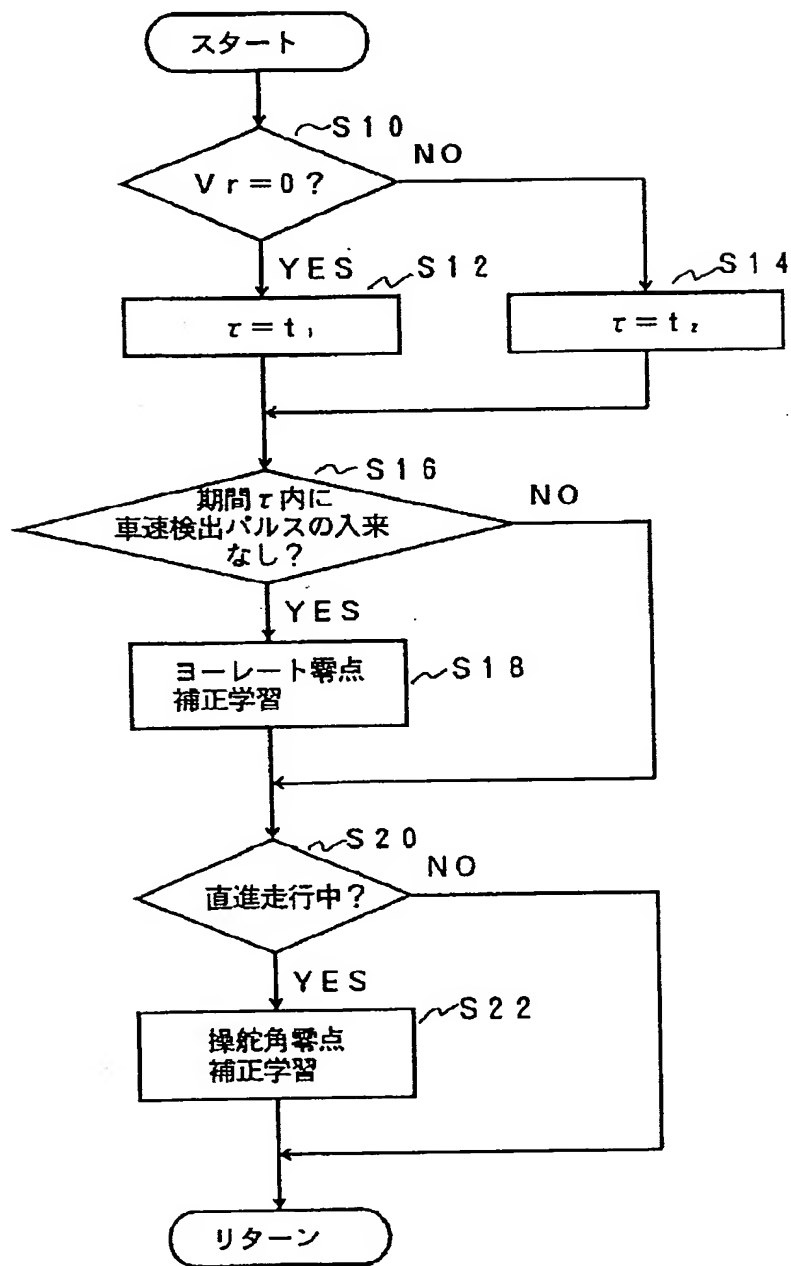
[Drawing 2]



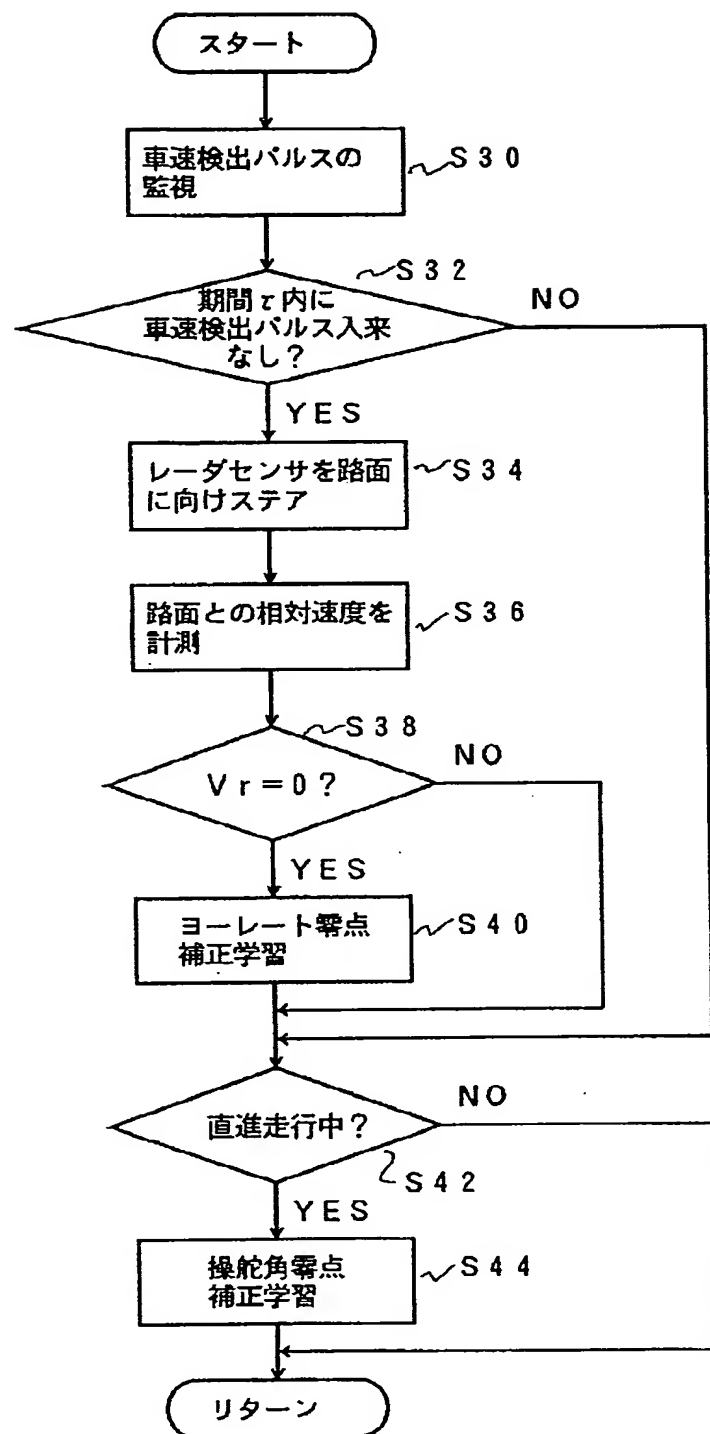
[Drawing 6]



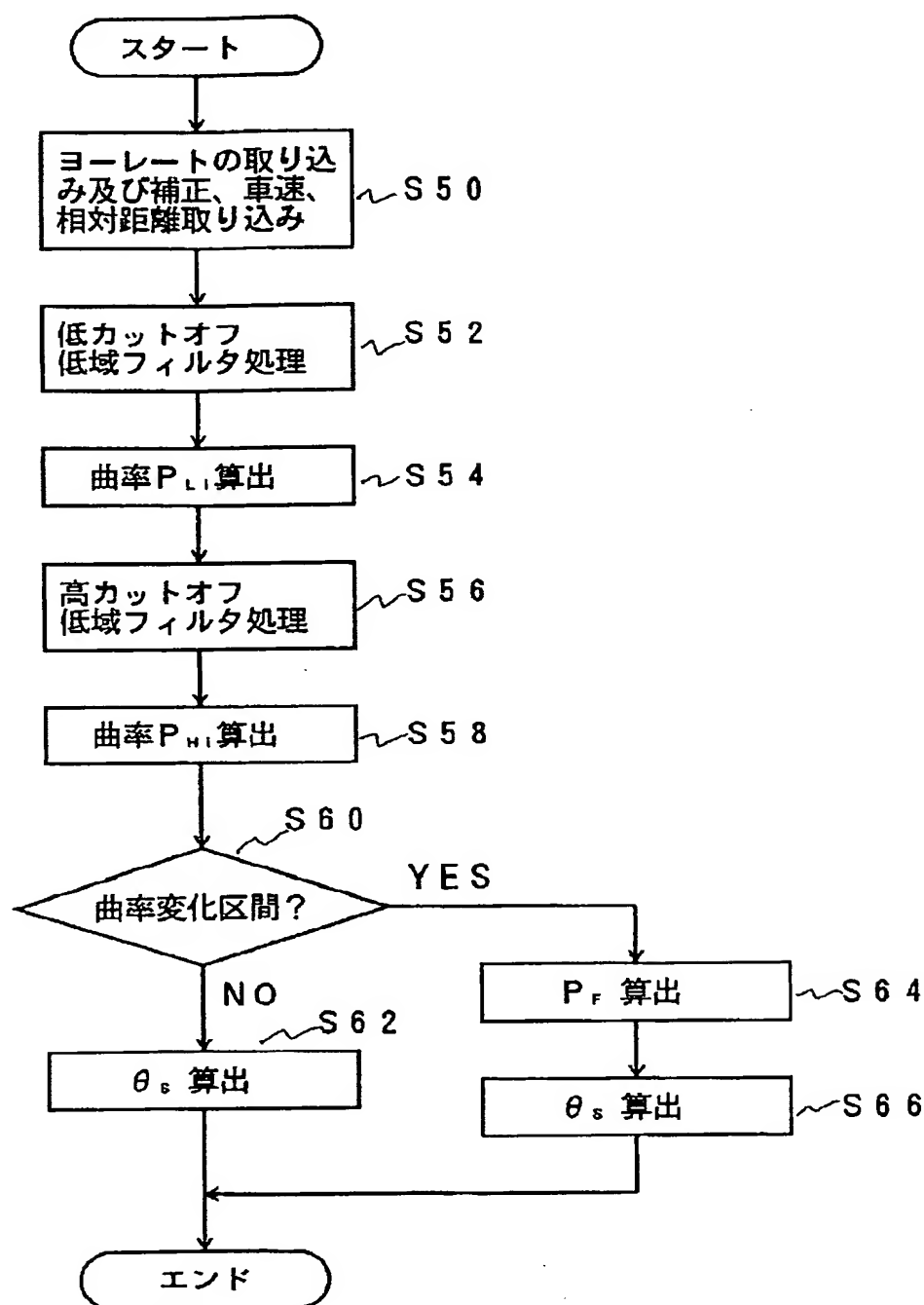
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-49875

(43)公開日 平成9年(1997)2月18日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 S 13/60			G 0 1 S 13/60	Z
B 6 0 R 21/00	6 2 0		B 6 0 R 21/00	6 2 0 Z
G 0 1 S 13/34			G 0 1 S 13/34	
13/93			13/93	Z

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平7-199609

(22)出願日 平成7年(1995)8月4日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 高木 誠

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

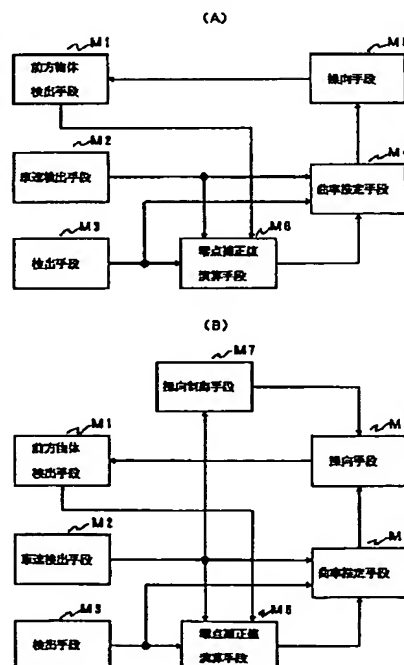
(74)代理人 弁理士 伊東 忠彦

(54)【発明の名称】 車両前方物体検出装置

(57)【要約】

【課題】 本発明は、車両前方物体検出装置に関し、車両が停止状態であることを精度良く、かつ迅速に検出でき、ヨーレート又は横加加速度の零点補正を迅速に行うことのできることを目的とする。

【解決手段】 検出手段M3は、車両のヨーレート又は横加加速度を検出する。曲率推定手段M4は、ヨーレート又は横加加速度と、車速とに基づいて、走行中の道路の曲率を推定する。操向手段M5は、曲率に応じて前方物体検出手段の検出方向を操向させる。零点補正值演算手段M6は、前方物体検出手段M1で得た相対速度が零で、かつ、車速検出手段M2で得た車速が零であるとき、検出手段M3で検出したヨーレート又は横加加速度の検出値に基づいて上記検出値を補正するための零点補正值を求める。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両前方の目標物体及び目標物体との相対速度を検出する前方物体検出手段と、
車速を検出する車速検出手段と、
車両のヨーレート又は横加速度を検出する検出手段と、
上記ヨーレート又は横加速度と、車速とに基づいて走行中の道路の曲率を推定する曲率推定手段と、
上記曲率に応じて上記前方物体検出手段の検出方向を操向させる操向手段とを有する車両前方物体検出装置において、

上記前方物体検出手段で得た相対速度が零で、かつ、車速検出手段で得た車速が零であるとき、上記センサで検出したヨーレート又は横加速度の検出値に基づいて上記検出値を補正するための零点補正值を求める零点補正值演算手段を有することを特徴とする車両前方物体検出装置。

【請求項2】 請求項1記載の車両前方物体検出装置において、
前記車速検出手段で検出した車速が零のとき、前記前方物体検出手段の検出方向を地面又は路側方向として対地相対速度を検出させる操向制御手段を有することを特徴とする車両前方物体検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は車両前方物体検出装置に関し、車両の前方に存在する物体を検出する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、運転者の運転操作の低減や、安全性向上を目的とした各種の装置が開発され車両に搭載されており、このような装置の1つとして先行車や路側物等の周囲物体までの相対距離や相対速度を検出するレーダ装置がある。レーダ装置としては、ミリ波等の電波を用いたもの、あるいはレーザ光を用いたものが提案されている。

【0003】例えば、特開平7-49380号公報には、車両前方の目標物体を検出するレーダ装置のビーム照射方向の偏向角度をステア装置によって可変できるようにし、車両の操舵角やヨーレートを用いて走行中の道路の曲率を算出し、曲率の時間変化量に基づいて上記偏向角度を可変制御している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来装置で曲率を算出するために用いる操舵角センサ、ヨーレートセンサは周囲温度や電源電圧の変動によって零点ドリフトを生じ、センサの零点補正を行う必要がある。

【0005】ヨーレートセンサの零点補正を行うものとしては、例えば特開昭62-261575号公報に記載の装置がある。この検出ヨーレート補正装置は、所定時間内の車速センサの検出パルスを基に低車速であるかど

うかを判定し、低車速時のヨーレートは零であるとして低車速時のヨーレートセンサの出力平均値に基づいて零点補正を行っている。

【0006】しかし、低車速の判定を精度良く行うためには、前記所定時間を充分大きくしなければならず、零点補正に時間がかかるという問題があった。本発明は、上記の点に鑑みなされたもので、車速が零という条件に目標物体との相対速度が零という条件を付加することにより、車両が停止状態であることを精度良く、かつ迅速に検出でき、ヨーレート又は横加速度の零点補正を迅速に行うことのできる車両前方物体検出装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、図1(A)に示す如く、車両前方の目標物体及び目標物体との相対速度を検出する前方物体検出手段M1と、車速を検出する車速検出手段M2と、車両のヨーレート又は横加速度を検出する検出手段M3と、上記ヨーレート又は横加速度と、車速とに基づいて走行中の道路の曲率を推定する曲率推定手段M4と、上記曲率に応じて上記前方物体検出手段の検出方向を操向させる操向手段M5とを有する車両前方物体検出装置において、上記前方物体検出手段で得た相対速度が零で、かつ、車速検出手段で得た車速が零であるとき、上記センサで検出したヨーレート又は横加速度の検出値に基づいて上記検出値を補正するための零点補正值を求める零点補正值演算手段M6を有する。

【0008】請求項2に記載の発明は、図1(B)に示す如く、請求項1記載の車両前方物体検出装置において、前記車速検出手段で検出した車速が零のとき、前記前方物体検出手段の検出方向を地面又は路側方向として対地相対速度を検出させる操向制御手段M7を有する。

【0009】請求項1の発明においては、目標物体との相対速度が零で、かつ、車速が零であるとき、自車が停車状態であると判定して零点補正值を求めるため、リアルタイムで得られる相対速度が零であれば自車が停止している確率が高いので車速検出の時間が極く短かくても停車状態であることを精度良く検出でき、検出値の零点補正を迅速に行うことができる。

【0010】請求項2の発明においては、車速検出の時間を極く短かくして車速零を検出したとき前方物体検出手段を操向することにより対地の相対速度を検出できるため、この相対速度から停車状態を精度良く検出できる。

【0011】

【発明の実施の形態】図2は本発明装置の一実施例のブロック図を示す。同図中、10はヨーレートセンサ、11は操舵角センサ、12は車速センサである。検出手段M3としてのヨーレートセンサ10はピエゾジャイロ等の角速度センサを用いて車両のヨーレートを検出し、ヨ

ヨーレート検出信号 ω_v をレーダ用ECU（電子制御装置）15に供給する。操舵角センサ12は前輪の操舵角を検出し、操舵角検出信号 θ_s をレーダ用ECU15に供給する。また、車速検出手段M2としての車速センサ12は車速Vに応じた周期の車速検出パルスをレーダ用ECU15に供給する。

【0012】レーダ用ECU15はヨーレートのフィルタリングを行い、フィルタリングされたヨーレート及び車速から現在走行中のカーブの曲率を求め、この曲率から将来のカーブの曲率を推定し、推定曲率からレーダビームの偏向角度としてのビームステア角 θ_s を算出する。そして、このビームステア角 θ_s をステアコントローラ16に供給する。

【0013】ステアコントローラ16はステア機構17から供給される実ステア角が、レーダ用ECU15から供給されるビームステア角 θ_s と一致するようにステア機構17を制御し、ステア機構17によってレーダセンサ19が照射するレーダビームの水平方向の偏向角度が操向（ステア）される。

【0014】前方物体検出手段M1としてのレーダセンサ19は例えばFM-CW（周波数変調連続波）型のレーザレーダ装置であり、車両前方にレーザビームを照射し、目標物体で反射されたレーザビームを受光して目標物体との相対距離R及び相対速度V_rをリアルタイムに測定してレーダ用ECU15に供給する。なお、レーダセンサ19は、R、V_rが検出できればFM-CW型に限らない。

【0015】なお、レーダセンサ19で検出された相対距離R、相対速度V_rは車速V、ヨーレート ω_v 、操舵角 θ_s と共に、レーダ用ECU15から環境認識車速制御ECU21に供給される。ECU21はこれらの情報等により環境認識を行い、認識された走行環境に応じて車速制御を行うために警報器22、ブレーキ23、スロットル24夫々を制御駆動する。

【0016】図3はレーダ用ECU15が実行する零点補正值演算手段M6としての零点学習処理の第1実施例のフローチャートを示す。この処理は所定時間毎に実行される。同図中、ステップS10ではレーダセンサ19で測定された相対速度V_rが零か否かを判別する。そしてV_r=0の場合はステップS12に進んで検出期間 τ に所定値 t_1 を設定し、V_r≠0の場合はステップS14に進んで検出期間 τ に所定値 t_2 を設定する。

【0017】ここで、所定値 t_1 、 t_2 は $t_1 < t_2$ の関係にあり、 t_1 は1秒以下に相当する。レーダセンサ19の相対速度V_rの検出精度は高く、たとえ先行車に追従運転を行っていても先行車との相対速度V_rは僅かながら変動し、これが零となることはほとんど無い。このため相対速度V_rが零ということは、自車及び先行車が共に停止しているか、又は自車が停止して何らかの固定物を目標物体としてとらえている確率が極めて高い。

このため検出期間 τ が短くても自車が停車状態か停車に近い極く低速状態であることを判別可能となる。

【0018】また、相対速度V_rが零でない場合は上記とは逆に自車が走行している確率が高いため、検出期間 τ がある程度大きな値でなければ自車が停止状態か停車に近い極く低速状態であることを判別できない。上記のステップS12又はS14の後、ステップS16に進んで、検出期間 τ 内に車速センサ12より車速検出パルスが入来するか否かを判別する。 τ 内で車速検出パルスが入来しなければ、自車が停止状態か停車に近い極く低速状態であることを確認してステップS18に進み、ヨーレートセンサ10のヨーレート検出信号 ω_v を読み取り、零点補正学習を行ってステップS20に進む。このステップS18では所定サンプリング回数分だけのヨーレート検出値 ω_v と前回のヨーレート零点補正值 ω_0 との差を平均化し、この差の平均値を前回のヨーレート零点補正值 ω_0 に加算して新たなヨーレート零点補正值 ω_0 とすることにより ω_0 の学習を行う。

【0019】また、ステップS16で検出期間 τ 内で車速検出パルスが入来すれば自車は停止状態又は低速状態ではないとして零点補正学習のステップS18をバイパスしてステップS20に進む。ステップS20では車速センサ12の車速検出パルスから求めた車速Vが所定値以上で、かつ、ヨーレート検出値 ω_v にヨーレート零点補正值 ω_0 を加算することにより補正したヨーレートが略零であるか、つまり自車が直進走行中であるか否かを判別する。

【0020】ここで直進走行中であればステップS22で所定サンプリング回数分だけの操舵角検出値 θ_s と前回の操舵角零点補正值 θ_0 との差を平均化し、この差の平均値を前回の操舵角零点補正值 θ_0 に加算して新たな操舵角零点補正值 θ_0 とすることにより、 θ_0 の学習を行って処理を終了する。また、ステップS20で直進走行中でない場合は零点補正学習のステップS22をバイパスして処理を終了する。

【0021】なお、この処理を最初に実行する前にヨーレート零点補正值 ω_0 及び操舵角零点補正值 θ_0 は零とされている。また、操舵角が後続の処理で不要な場合は上記ステップS20、S22を実行する必要はない。このように、目標物体との相対速度が零で、かつ、車速が零であるとき、自車が停車状態であると判定してヨーレート零点補正值 ω_0 を求めるため、リアルタイムで得られる相対速度が零であれば自車が停止している確率が高いため車速検出の時間が極く短くても停車状態であることを精度良く検出でき、ヨーレートの零点学習を迅速に行うことができる。

【0022】図4はレーダ用ECU15が実行する零点補正值演算手段M3としての零点学習処理の第2実施例のフローチャートを示す。この処理は所定時間毎に実行される。同図中、ステップS30では車速センサ12よ

りの車速検出パルスを監視し、ステップS32で検出期間 τ 内に車速検出パルスが入来したか否かを判別する。ここでの検出期間 τ は所定値 t_1 に設定されており、期間 τ 内に車速検出パルスが入来しないということは停止状態か停車に近い極く低速状態であり、この場合にはステップS34に進む。

【0023】操向制御手段M7としてのステップS34ではステアコントローラ16にコマンドを出してレーダセンサ19を車両下方の地面に向けてステアさせる。次にステップS36でレーダセンサ19により地面に対する相対距離R及び相対速度V_rを測定し、ステップS38で地面との相対速度V_rが0か否かを判別する。

【0024】地面との相対速度V_rつまり車速が0の場合はステップS40に進んでヨーレートセンサ10のヨーレート検出信号 ω_y を読み取り、零点補正学習を行ってステップS42に進む。このステップS40では所定サンプリング回数分だけのヨーレート検出値 ω_y と前回のヨーレート零点補正值 ω_{y0} との差を平均化し、この差の平均値を前回のヨーレート零点補正值 ω_{y0} に加算して新たなヨーレート零点補正值 ω_{y0} とすることにより ω_{y0} の学習を行う。

【0025】また、地面との相対速度V_rが0でない場合は零点補正学習のステップS40をバイパスしてステップS42に進む。また、ステップS32で検出期間 τ 内で車速検出パルスが入来すれば、車速が0ではないため、そのままステップS42に進む。

【0026】ステップS42では車速センサ12の車速検出パルスから求めた車速Vが所定値以上で、かつ、ヨーレート検出値 ω_y にヨーレート零点補正值 ω_{y0} を加算することにより補正したヨーレートが略零であるか、つまり自車が直進走行中であるか否かを判別する。

【0027】ここで直進走行中であればステップS44で所定サンプリング回数分だけの操舵角検出値 θ_n と前回の操舵角零点補正值 θ_0 との差を平均化し、この差の平均値を前回の操舵角零点補正值 θ_0 に加算して新たな*

$$R_{t1} = SPD / YAWA$$

次にステップS56ではステップS52の処理を行わずに保存しておいた現在及び過去のヨーレートYAWについてカットオフ周波数が例えば1 Hz程度の高カットオフ周波数の低域フィルタ処理を行ない、ヨーレートYAWに含まれる高周波成分を除去してヨーレートYAWB※

$$R_{n1} = SPD / YAWB$$

次にステップS60に進み、曲率変化フラグがオンで曲率変化区間を走行中か否かを判別する。この判別については後述する。ここで曲率変化区間でない場合はステップ★

$$\theta_s = \sin^{-1} (R / 2 \cdot R_{t1})$$

ステップS60で曲率変化区間であると判別された場合はステップS64に進み、現在のカーブの曲率P_{n1}に対して曲率の変化率を基にして(3)式により将来のカーブ

$$Pf = K (P_{n1} - P_{n1-1}) + P_{n1}$$

※操舵角零点補正值 θ_0 。とすることにより、 θ_0 の学習を行って処理を終了する。また、ステップS42で直進走行中でない場合は零点補正学習のステップS44をバイパスして処理を終了する。

【0028】上記実施例ではステップS34でレーダセンサ19を地面に向けてステアしているが、路側方向にステアして路側物の相対速度を検出するようにしても良い。このように、車速検出の時間を極く短かくして車速零を検出したときレーダセンサ19をステアすることにより対地の相対速度を検出できるため、この相対速度から停車状態を精度良く検出できる。

【0029】図5はECU11が実行する曲率推定手段M4及び操向手段M5としての偏向処理のフローチャートを示す。この処理は所定時間間隔で繰り返し実行される。同図中、ステップS50ではヨーレートセンサ10からのヨーレート検出信号を取り込み、このヨーレート検出値 ω_y にヨーレート零点補正值 ω_{y0} を加算して零点補正したヨーレートYAWを得る。また車速センサ12からの車速検出パルスを取り込んで車速Vを求め、レーダセンサ19からの相対距離Rを取り込む。但し、先行車等の目標物体が存在しない場合は、この相対距離Rはレーダセンサ19の最大射程距離である例えば100 m等の所定値とされる。

【0030】次にステップS52では時系列的に取り込まれた現在及び過去のヨーレートYAWについて、カットオフ周波数が例えば0.125 Hz程度の低カットオフ周波数の低域フィルタ処理つまり積分処理を行ない、ヨーレートYAWに含まれる高周波成分を除去してヨーレートYAWAを得る。但し、低域フィルタ処理前のヨーレートYAWは保存しておく。この後、ステップS52で高周波成分を除去したヨーレートYAWAと車速SPDとを用いて(1a)式により現在のカーブの曲率P_{t1}を算出する。

【0031】

$$\dots (1a)$$

※を得る。この後、ステップS58で高周波成分を除去したヨーレートYAWBと車速SPDを用いて(1b)式により現在のカーブの曲率P_{n1}を算出する。

【0032】

$$\dots (1b)$$

★ブS62に進み、(2)式により偏向角度 θ_s を算出する。

【0033】

$$\dots (2)$$

☆ブの予測曲率Pfを算出する。

【0034】

$$\dots (3)$$

7

但し、 P_{n-1} は前回におけるカーブの曲率、 K は推定ゲイン数（定数）である。この後ステップS66で（4）＊

$$\theta_s = \sin^{-1} (R/2 \cdot Pf)$$

図6は曲率変化区間判別処理のフローチャートを示す。同図中、ステップS70では低カットオフ周波数の低域フィルタ処理で得たヨーレートYAWAから高カットオフ周波数の低域フィルタ処理で得たヨーレートYAWBを減算してヨーレート偏差 ΔYAW を算出する。

【0035】次にステップS72でヨーレート偏差 ΔYAW の絶対値が所定値 T （ T は例えば0.5 deg/sec）より大きいかなかを判別する。ここで、 $|\Delta YAW| > T$ の場合、ステップS74で曲率変化区間フラグをオンとし、 $|\Delta YAW| \leq T$ の場合、ステップS76で曲率変化区間フラグをオフとして処理を終了する。

【0036】ここで、直線区間Aから曲率変化区間Bを経て定常曲率区間Cに到り、その後、曲率変化区間Dを経て直線区間Eに到る道路を走行する場合、高カットオフ周波数の低域フィルタ処理を行ったヨーレートYAWBは高周波成分を多く含み、かつヨーレートYAWからの遅れが小さい。これに対して低カットオフ周波数の低域フィルタ処理を行ったヨーレートYAWAは高周波成分※

$$P = (1 + A \times SPD^2) \times L \times kg \times \theta$$

但し、 A はスタビリティファクタ（定数）、 kg はハンドルギヤ比（定数）、 L はホイールベース（定数）である。更に、横方向加速度を検出し、これを用いてカーブの曲率を算出しても良く、上記実施例に限定されない。この場合も操舵角 θ 又は横方向加速度に対して本実施例のヨーレートと同様の処理を行なう。

【0040】

【発明の効果】上述の如く、請求項1の発明によれば、目標物体との相対速度が零で、かつ、車速が零であるとき、自車が停車状態であると判定して零点補正値を求めるため、リアルタイムで得られる相対速度が零であれば自車が停止している確率が高いので車速検出の時間が極く短かくても停車状態であることを精度良く検出でき、検出値の零点補正を迅速に行うことができる。

【0041】また、請求項2の発明においては、車速検出の時間を極く短かくして車速零を検出したとき前方物体検出手段を操向することにより対地の相対速度を検出できるため、この相対速度から停車状態を精度良く検出でき、実用上きわめて有用である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理図である。

【図2】本発明装置のブロック図である。

【図3】零点学習処理のフローチャートである。

8

＊式により偏向角度 θ_s を算出する。

・・・（4）

※分をほとんど除去され、かつヨーレートYAWからの遅れが大きい。

【0037】図5の処理では、曲率変化区間B、D以外の、直線区間A、E及び定常曲率区間Cにおいて高周波成分をほとんど除去されたヨーレートYAWAを用いて偏向角度 θ_s を算出するため、修正操舵の影響を受けず、ビーム照射方向の偏向角度 θ_s に誤差がなく安定する。

【0038】また、曲率変化区間B、DではヨーレートYAWAを用いると遅れが大きく偏向角度 θ_s の応答がカーブの曲率変化に対して遅れるため、高周波成分を含んではいるが遅れの小さいヨーレートYAWBを用いて偏向角度 θ_s を算出し、偏向角度 θ_s の応答を高くしている。

【0039】なお、上記実施例ではヨーレートからカーブの曲率を算出しているが、ヨーレートの代わりに操舵角 θ を検出して、この操舵角 θ を用いて（5）式によりカーブの曲率 P を算出しても良い。

・・・（5）

【図4】零点学習処理のフローチャートである。

【図5】偏向処理のフローチャートである。

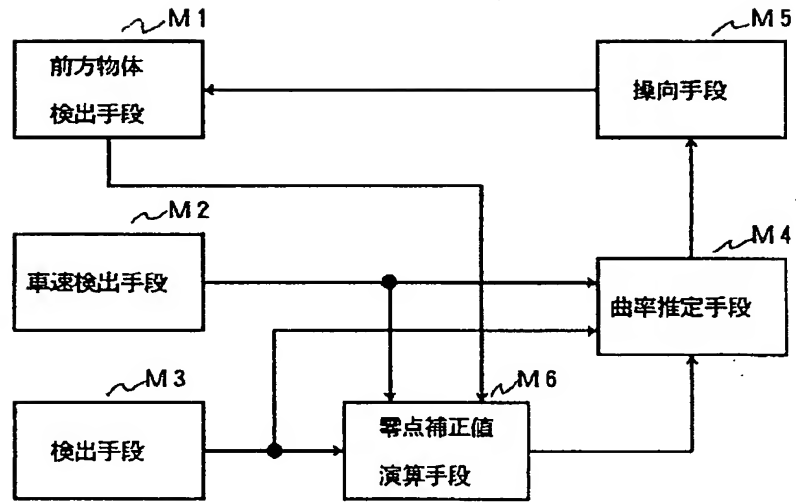
【図6】曲率変化区間判別処理のフローチャートである。

【符号の説明】

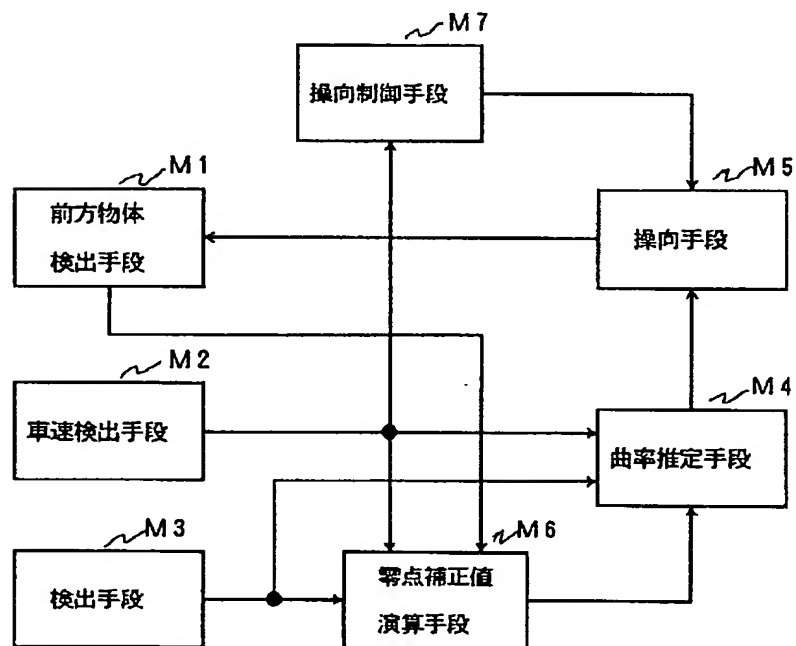
- 10 ヨーレートセンサ
- 11 操舵角センサ
- 12 車速センサ
- 15 レーダ用ECU
- 16 ステアコントローラ
- 17 ステア機構
- 19 レーダセンサ
- 21 ECC
- 22 警報器
- 23 ブレーキ
- 24 スロットル
- M1 前方物体検出手段
- M2 車速検出手段
- M3 検出手段
- M4 曲率推定手段
- M5 操向手段
- M6 零点補正値演算手段
- M7 操向制御手段

【図1】

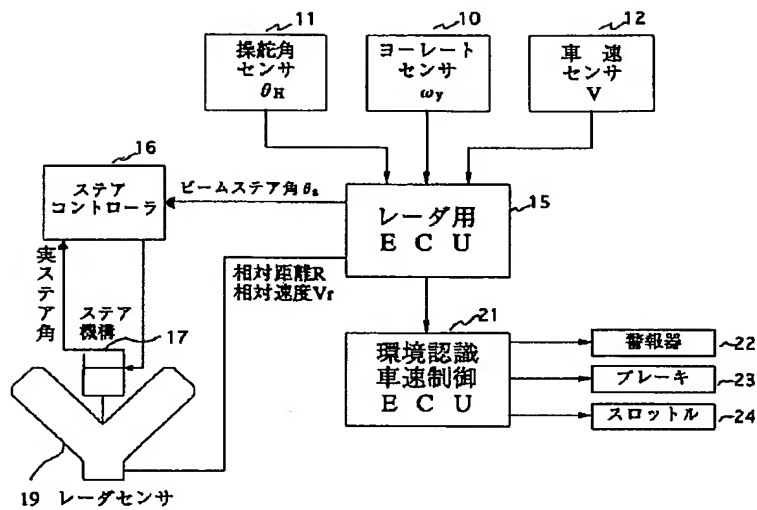
(A)



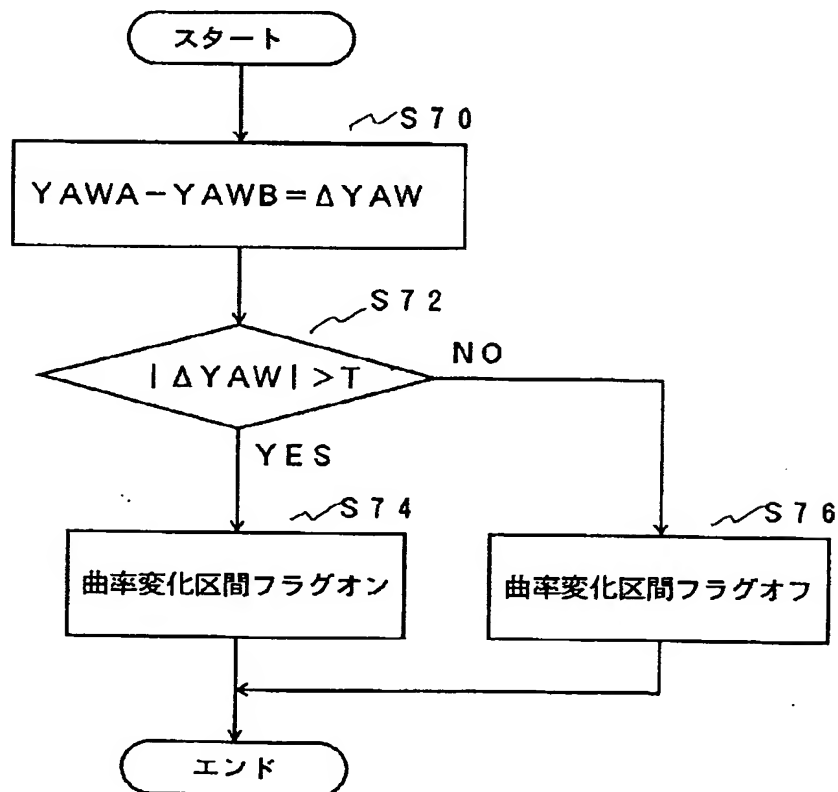
(B)



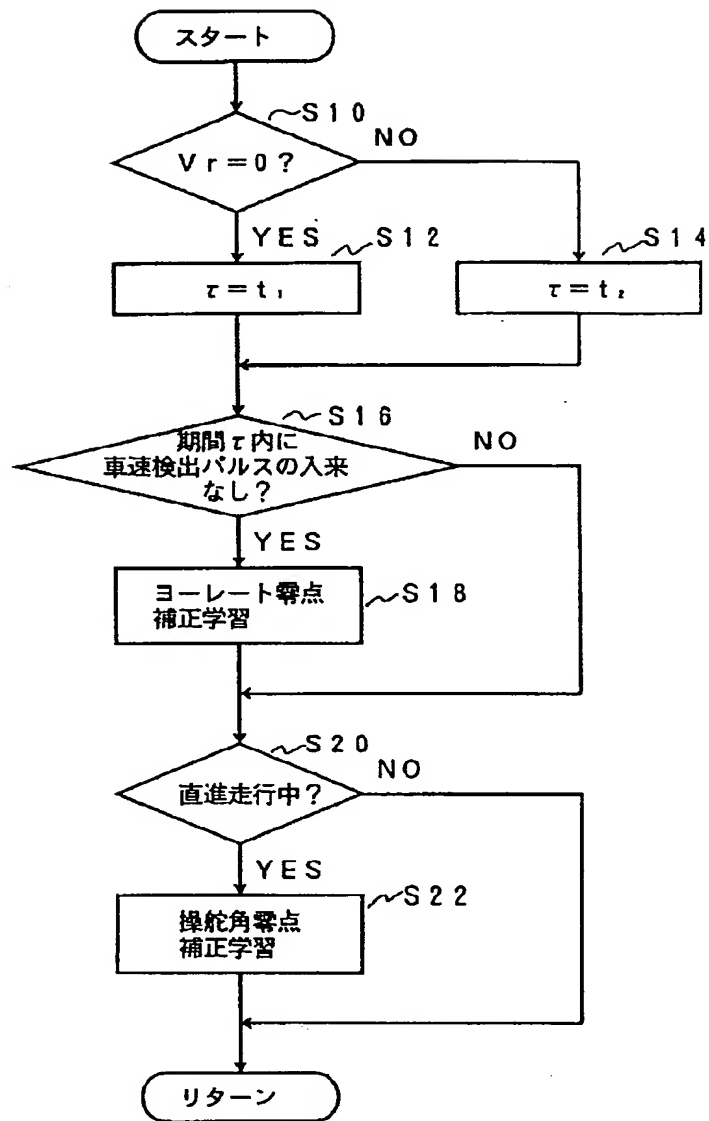
【図2】



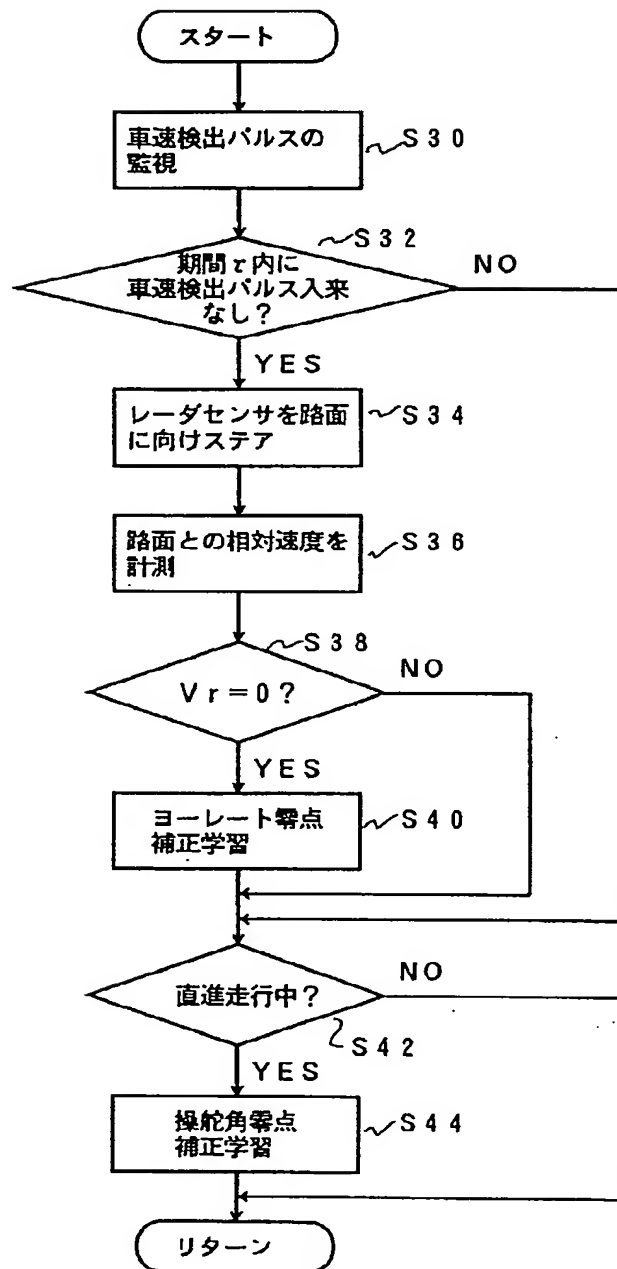
【図6】



【図3】



【図4】



【図5】

